

HYDRODYNAMIC AIR BEARING TYPE OPTICAL DEFLECTOR

Patent Number: JP2002106567
Publication date: 2002-04-10
Inventor(s): TAKAHASHI AKIYOSHI; UCHIDA TOSHIYA; TAI KAIMEI; MIURA TAKASHI
Applicant(s): NIDEC COPAL ELECTRONICS CORP
Requested Patent: ☐ JP2002106567
Application Number: JP20000302716 20001002
Priority Number(s):
IPC Classification: F16C33/10; F16C17/10; G02B26/10
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a hydrodynamic air bearing type optical deflector which keeps stable rotary condition without lowering of bearing performance even when thermal deviation occurs on the whole bearing, or by suppressing thermal deviation over all the bearing.

SOLUTION: In the hydrodynamic air bearing type optical deflector, a gap between a fixed shaft and a rotary shaft of a pump mechanism located near a fixed shaft which is exposed to the outside of a case, is designed wider than a gap between a fixed shaft and a rotary shaft of a radial hydrodynamic air bearing. Besides an axial flow generation mechanism for generating axial flow is provided on or near the radial hydrodynamic air bearing in order to cool the air supplied to the axial flow generation mechanism through an exhaust hole which is used to exhaust the air in the case to the outside with a pump mechanism.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-106567

(P2002-106567A)

(43) 公開日 平成14年4月10日 (2002. 4. 10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 1 6 C 33/10		F 1 6 C 33/10	Z 2 H 0 4 5
17/10		17/10	A 3 J 0 1 1
G 0 2 B 26/10	1 0 2	G 0 2 B 26/10	1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-302716 (P2000-302716)

(22) 出願日 平成12年10月2日 (2000. 10. 2)

(71) 出願人 000105659

日本電産コバル電子株式会社
東京都新宿区西新宿七丁目5番25号

(72) 発明者 高橋 明義

埼玉県入間市新久下新田110-1 日本電
産コバル電子株式会社内

(72) 発明者 内田 俊哉

埼玉県入間市新久下新田110-1 日本電
産コバル電子株式会社内

(72) 発明者 戴 海鳴

埼玉県入間市新久下新田110-1 日本電
産コバル電子株式会社内

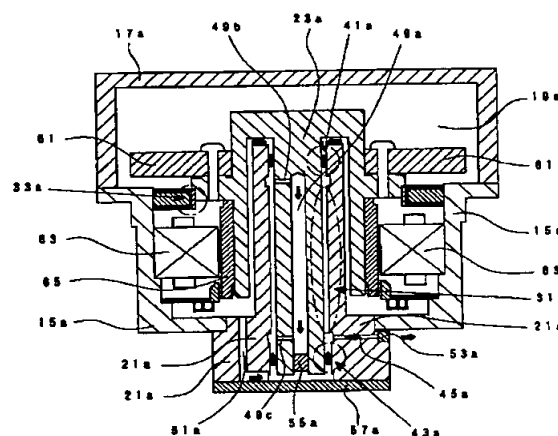
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動圧空気軸受型光偏向器

(57) 【要約】

【課題】 軸受部全体を通じて温度差を生じた場合においても、軸受性能の低下を引き起こすことがなく、あるいは軸受部全体を通じて温度差を生じにくくすることにより、安定した回転状態を得られる動圧空気軸受型光偏向器を提供する。

【解決手段】 ケース外部に露出した固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを、ラジアル動圧空気軸受の固定軸と回転軸とのギャップよりも広く設定することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成している。また、ラジアル動圧空気軸受あるいはその近傍に軸流を発生する軸流発生機構を設け、ポンプ機構によりケース内の空気をケース外部へと排出する排出孔を介して前記軸流発生機構に供給する空気を冷却することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを前記ラジアル動圧空気軸受の固定軸と回転軸とのギャップよりも広く設定したことを特徴とする動圧空気軸受型光偏向器。

【請求項2】 ケースに立設した固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、前記ラジアル動圧空気軸受あるいはその近傍に軸流を発生する軸流発生機構を設け、前記ポンプ機構によりケース内の空気をケース外部へと排出する排出孔を介して前記軸流発生機構に供給する空気を冷却したことを特徴とする動圧空気軸受型光偏向器。

【請求項3】 ケースに立設した固定軸と、前記固定軸の内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、前記ラジアル動圧空気軸受あるいはその近傍に軸流を発生する軸流発生機構を設け、前記固定軸あるいは前記回転軸の略中心部に形成されケース外部へと連通する大気連通路あるいは前記ポンプ機構によりケース内の空気をケース外部へと排出する排出孔を介して前記軸流発生機構の吸入側の端部にケース外部の空気を供給するとともに、前記ポンプ機構の排出孔あるいは前記固定軸あるいは前記回転軸の略中心部に形成された前記大気連通路を介して前記軸流発生機構の排出側の端部からケース外部へと空気を排出したことを特徴とする動圧空気軸受型光偏向器。

【請求項4】 ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動

圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、

前記固定軸のケース外部への露出部をポンプ機構の機能を妨げない範囲で断熱部材により覆ったことを特徴とする動圧空気軸受型光偏向器。

【請求項5】 ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、

ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップがモータの駆動前後でもほぼ一定となるように固定軸あるいは回転軸の線膨張係数を最適化したことを特徴とする動圧空気軸受型光偏向器。

【請求項6】 ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、

ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップがモータの駆動前後でもほぼ一定となるように前記固定軸の露出部近傍の形状を最適化したことを特徴とする動圧空気軸受型光偏向器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、情報機器、画像機器、計測機器等に搭載される動圧空気軸受型光偏向器に関し、特にケース内を略真空化することのできるポンプ機構を備え、低消費電力化、低騒音化を計り得る高性能な動圧空気軸受型光偏向器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 本出願人は、ロータ部を回転させること

により、ケースとカバ部材により密閉されたケース内の空気をケース外部へと排出し、このケース内を減圧あるいは真空化することのできるポンプ機構を備えた動圧空気軸受型光偏向器について、特開平09-061742号、特開平10-206780号、特許第2645768号、特許第2645773号、特願平11-159539号等により提案している。このポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器を図15乃至図23を参照して説明する。

【0003】図15はポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器の一例を示す縦断面図であり、図16は図15の動圧空気軸受型光偏向器のポンプ機構周辺部を示す半断面図である。

【0004】11hは略中央部に固定軸21hが立設された基台で、ステータコイル63が固着されたハウジング13hで、その周囲を取り囲むことによりケース15hが構成されている。固定軸21hの外周には、ラジアル動圧空気軸受31hにより回転自在に支持された回転軸23hに係合されており、この回転軸23hに回転多面鏡61、ロータヨーク65等が取り付けられることによりロータ部が構成されている。このロータ部を、基台11h、ハウジング13hからなるケース15hと、レーザ光透過窓（図示せず）の形成されたカバ部材17hとにより密閉したケース内に収容することにより、実質的に密閉されたミラー室19hにおいて、回転多面鏡61を含むロータ部が高速で回転することとなる。

【0005】ここで、ポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器にあっては、図16に示すように、ロータ部が回転することにより、ラジアル動圧空気軸受31hに動圧が発生するとともに、このラジアル動圧空気軸受31hの両端部に刻設されたヘリングボーン溝からなる上部、下部のポンプ機構41h、43hによって、図中矢印で示したように、ケース内（ミラー室19h）の空気が固定軸21hの略中心部へと向けて形成された大気連通路49j、49kから吸引され、固定軸21hの略中心部に形成された大気連通路49i、フィルタ53hを介してケース外部へと排出され、時間の経過とともにケース内を略真空状態まで減圧することができる。

【0006】このようにケース内（ミラー室19h）の圧力を減圧あるいは真空化することにより、ロータ部が回転する際の空気抵抗を大幅に低減することができるため、モータの損失を抑えることができるとともに、回転多面鏡61が高速回転することにより発生する風切り音を大幅に抑えることができる。

【0007】図17乃至図23は、ポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器の他の構成例を示すものであり、図17乃至図18の動圧空気軸受型光偏向器は、ラジアル動圧空気軸受31iの両端部に別途吸引用のヘリングボーン溝を刻設することにより、ラジアル動圧空気軸受31iの軸受剛性を高めることができるものであ

り、図19乃至図20の動圧空気軸受型光偏向器は、スラスト軸受33j、33iにポンプ機能を持たせることにより、軸方向の寸法を抑えることができるものである。また、図21はラジアル動圧空気軸受31gの一方の端部のみにポンプ機構43gを設けることにより、同様に軸方向の寸法を抑えることができるものであり、図23は中空のスリーブを固定軸21eとしたものであるが、基本的には、図13乃至図14に示した動圧空気軸受型光偏向器と同様の効果を得ることができる。なお、図22の（A）乃至（C）は、ラジアル動圧空気軸受の他の構成例を示したものであるが、ヘリングボーン溝に限らず、種々の形式の動圧空気軸受が適用可能である。

【0008】このように、ポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器は、その使用回転速度において、ケースとカバ部材により密閉されたケース内の圧力を大気圧に比べてかなり低い圧力に減圧あるいは真空化することができるため、回転多面鏡等による風損や風切り音を大幅に低減することができ、消費電力も低く抑えることができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ケース内に空気が存在する場合には、ラジアル動圧空気軸受等における流体摩擦により生じた熱は、固定軸等を介してケースやカバ部材に熱伝導される以外に、ケース内の空気を媒体としてケースやカバ部材に伝達（対流）されるため、軸受部周辺の温度は概ね均一になるが、ケース内が減圧あるいは真空化されている場合には、ケース内の対流はほとんど発生せず、特にポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器にあっては、ケース内の空気を外部に排出するために、少なくとも固定軸の一部に排出孔が設けられており、この近傍はケース外部に露出するか、外気と接触することになるため、他の部分に比べて放熱がしやすくなる。このため、ポンプ機構を含む軸受部周辺の温度にばらつきを生じ、この温度の差が熱膨張量の差となって表れることから、発熱部であるラジアル動圧空気軸受やポンプ機構等の回転軸と固定軸とのギャップが、軸受部全体を通じて均一でなくなり、クリアランスが確保できなくなることによって軸受性能が低下したり、最悪の場合には回転軸の焼き付きが生じるなどの問題がある。

【0010】本発明は、軸受部全体を通じて温度差を生じた場合においても、軸受性能の低下を引き起こすことがなく、あるいは軸受部全体を通じて温度差を生じにくくすることにより、安定した回転状態を得られる動圧空気軸受型光偏向器を得ることを目的としている。

【0011】本発明の目的と新規な特徴は、次の説明を添付図面と照らし合わせて読むことにより、より完全に明らかになるであろう。ただし、図面はもっぱら解説のためのものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明はケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に收容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを前記ラジアル動圧空気軸受の固定軸と回転軸とのギャップよりも広く設定することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成している。

【0013】また、ケースに立設した固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に收容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、前記ラジアル動圧空気軸受あるいはその近傍に軸流を発生する軸流発生機構を設け、前記ポンプ機構によりケース内の空気をケース外部へと排出する排出孔を介して前記軸流発生機構に供給する空気を冷却することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成している。

【0014】また、ケースに立設した固定軸と、前記固定軸の内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に收容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、前記ラジアル動圧空気軸受あるいはその近傍に軸流を発生する軸流発生機構を設け、前記固定軸あるいは前記回転軸の略中心部に形成されケース外部へと連通する大気連通路あるいは前記ポンプ機構によりケース内の空気をケース外部へと排出する排出孔を介して前記軸流発生機構の吸入側の端部にケース外部の空気を供給するとともに、前記ポンプ機構の排出孔あるいは前記固定軸あるいは前記回転軸の略中心部に形成された前記大気連通路を介して前記軸流発生機構の排出側の端部からケース外部へと空気を排出することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成している。

【0015】さらに、ケースに立設した中空の固定軸

と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に收容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、前記固定軸のケース外部への露出部をポンプ機構の機能を妨げない範囲で断熱部材により覆うことにより動圧空気軸受型光偏向器を構成している。

【0016】加えて、ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に收容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップがモータの駆動前後でもほぼ一定となるように固定軸あるいは回転軸の線膨張係数を最適化することにより動圧空気軸受型光偏向器。

【0017】また、ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に收容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップがモータの駆動前後でもほぼ一定となるように前記固定軸の露出部近傍の形状を最適化することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成している。

【0018】

【実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0019】図1は、本発明の第1の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図であり、図2は図1の動圧空気軸受型光偏向器の要部を拡大した半断面図である。

【0020】15aは略中央部に中空の固定軸21aが立設されたケースで、その内側面にはステータコイル63が固着されている。中空の固定軸21aの内周には、ラジアル動圧空気軸受31aにより回転自在に支持され

た回転軸23aのシャフトが係合されており、このシャフトと一体的に形成されたハブによって、前記固定軸21a上方の開口端を覆い被すとともに、このハブの外周に回転多面鏡61、ロータヨーク65等が取り付けられることによりロータ部が構成されている。このロータ部は、スラスト軸受33aによりスラスト方向の支持がなされた状態で、ケース15aとレーザ光透過窓（図示せず）の形成されたカバー材17aにより密閉されたケース内に収容され、実質的に密閉されたミラー室19a内を高速で回転することとなる。

【0021】ここで、図1を参照してケース内（ミラー室19a）を減圧あるいは略真空化するポンプ機構について詳細に説明すると、回転軸23aのシャフト外周と固定軸21a内周とは、所定のクリアランスが設けられた状態で対向しており、その略中央部に設けられたラジアル動圧空気軸受31aにより、ロータ部が回転自在に支持されている。このラジアル動圧空気軸受31aの両端部には、ヘリングボーン溝等の刻設されたポンプ機構41a、43aが設けられており、回転軸23aのハブ内周と固定軸21a外周とが対向する微小隙間と、固定軸21aのフランジ部に形成された、固定軸21aの下端部とケース内とを連通する連通路51aを介して、ロータ部の回転に伴って、ミラー室19aの空気を吸引する。この吸引されたミラー室19aの空気は、図中の矢印で示すように、回転軸23aのシャフト内部に形成された大気連通路49a、49b、49cや、下部ポンプ機構43aとラジアル動圧空気軸受31aとの境界部近傍と外部とを連通する、固定軸21aのフランジ部に形成された排出口45a、フィルタ53aを介して、ケース外部へと排出され、時間の経過とともに、ミラー室19a内部を減圧あるいは略真空化することができる。一方、ラジアル動圧空気軸受31aの両端部は、大気連通路49a、49b、49c、排出口45a等を介してケース外部と連通しており、この両端部は大気圧となることから、ミラー室19a内部の圧力とは無関係に、常に安定した軸受剛性を得ることができる。

【0022】しかし、ここで問題となるのは、ミラー室19a内部が略真空化されていることから、ラジアル動圧空気軸受で発生する熱は、対流による放熱がほとんど期待できず、もっぱら固定軸21aや回転軸23aの熱伝導によりケース外部へと放熱されることになる。

【0023】これを図13を用いて詳細に説明すると、固定軸21eのフランジ部は外部に露出していることから放熱が良好であり、この露出部近傍とそれ以外の部分とでは温度差を生じることになり、熱膨張量に差異を生じてしまう。すなわち、ラジアル動圧空気軸受31aの流体摩擦に起因する熱膨張で、回転軸23aと固定軸21eとが、各々破線で示すように変形することになり、回転軸23aと固定軸21eとが対向する当初のギャップCL1は、各々CL2、CL3のように変化すること

になる。回転軸23aと固定軸21eとの温度がほぼ同じ場合には、CL1とCL2のように、そのギャップはほとんど同じとなるが、これらに温度差が生じる場合には、CL3のように、そのギャップはCL1に比べて狭くなり、所定のクリアランスを確保できなくなることから、軸受性能の低下や、最悪の場合には回転軸の焼き付きを引き起こしてしまうことになる。

【0024】これに対して、本発明の第1の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器にあっては、図2に示すように、外部に露出する固定軸21aのフランジ部近傍に設けられたポンプ機構43aの固定軸21aと回転軸23aとのギャップを、ラジアル動圧空気軸受31aの固定軸21aと回転軸23aとのギャップよりもGだけ広くなるように設定しているため、軸受部全体を通じて温度差を生じた場合においても、軸受性能の低下や回転軸の焼き付き等を生じることのない、安定した回転状態を得ることができる。

【0025】ちなみに、ラジアル動圧空気軸受周辺の温度は5℃程度上昇（室温が25℃の場合、80℃程度になる）し、回転軸と固定軸との温度差は20℃程度にも達することが実験により確認されており、回転軸と固定軸とともにアルミで形成した場合に20℃の温度差が生じると、アルミの線膨張係数が $23 \sim 29 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ （ここでの「E-6」は、10のマイナス6乗の意、すなわち、 $0.000023 \sim 0.000029 / ^\circ\text{C}$ 、以下同様に表記する。）であることから、ギャップが約3 μm 変化すると考えられるので、ここでは、Gを3 μm に設定している。ただし、これらのデータは、モータの仕様や動作環境等により異なると考えられるため、仕様に応じてGの値を設定することが望ましい。また、Gの最大値は、温度差によりポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップが最小となった時点で、ポンプ機能が得られる程度に設定されていればよい。

【0026】次に、本発明の他の実施の形態について図3乃至図12を参照して説明する。なお、本発明の第1の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と同一の構成については同一の符号を付与することにより、その説明を省略する。

【0027】図3は本発明の第2の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の要部を拡大した半断面図である。

【0028】本発明の第2の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器が、本発明の第1の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と主に異なる点は、下部のポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを、ラジアル動圧空気軸受の固定軸と回転軸とのギャップよりも一律にGだけ広く設定するのではなく、図3に示すように、熱膨張によるギャップの変化分に対応させて、0からGの範囲内で勾配をつけて広く設定したことにある。

【0029】このように、0からGの範囲内で勾配をつけて設定することにより、熱膨張により回転軸と固定軸

とのギャップが変化した後の状態で、最適なクリアランスを得られるように構成することができるため、さらに安定した軸受性能、ポンプ機能を得ることができる。

【0030】図4乃至図5は、本発明の第3、第4の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図である。

【0031】本発明の第3、第4の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器が、本発明の第1、第2の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と主に異なる点は、下部のポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを、ラジアル動圧空気軸受の固定軸と回転軸とのギャップよりも広く設定するのではなく、ラジアル動圧空気軸受に軸流を発生する軸流発生機構を、ラジアル動圧空気軸受の近傍あるいはラジアル動圧空気軸受と一体的に設け、この軸流発生機構に供給する空気を、ケース外部へと排出する排出口を介して冷却したことにある。

【0032】図4は軸流発生機構67aをラジアル動圧空気軸受31bの下端部近傍に設けたものであり、図5は軸流発生機構67bをラジアル動圧空気軸受31cと一体的に設けたものであるが、これらの軸流発生機構67a、67bに供給される空気は、固定軸21eのフランジ部に形成された排出口45aを介して冷却され、この冷却された空気がラジアル動圧空気軸受31b、31cを流れる際に、ラジアル動圧空気軸受31b、31c全体を通じての温度分布を均一化することができるため、本発明の第1、第2の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と同様の効果を得ることができるとともに、ラジアル動圧空気軸受31b、31cの発熱を抑制することができるため、最大回転速度を10%程度引き上げることができる。

【0033】図6乃至図7は、本発明の第5、第6の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図である。

【0034】本発明の第5、第6の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器が、本発明の第3、第4の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と主に異なる点は、ケース外部の空気を軸流発生機構に供給する流入口と、ラジアル動圧空気軸受を通り、ケース外部へと排出する排出口とを、各々別個に設けたことにある。

【0035】図6は下部のポンプ機構を設ける代わりに、内部を貫通する大気連通路49aを備えるシリンダ状の端部を回転軸23dに設け、軸流発生機構を一体的に設けたラジアル動圧空気軸受31cの吸引作用により、図中の矢印で示すように、固定軸21cの下端面に設けられた底板57bの略中央部に設けられた、吸入口47aのフィルタ53bを介して、ケース外部から空気を吸入し、大気連通路49a、ラジアル動圧空気軸受31c、排出口45a、フィルタ53aを介してケース外部へと排出している。

【0036】図7は下部のポンプ機構43c等はそのままに、固定軸21dのフランジ部に吸入口47bと排出口45bと、上部のポンプ機構41aとラジアル動圧空

気軸受31cの上部端面との境界近傍に開口部を有し、排出口45bへと連通する第2の連通路51cを設けたもので、軸流発生機構を一体的に設けたラジアル動圧空気軸受31cの吸引作用により、図中の矢印で示すように、フィルタ53c、吸入口47bを介して、ケース外部から空気を吸入し、ラジアル動圧空気軸受31c、第2の連通路51c、排出口45b、フィルタ53cを介してケース外部へと排出している。

【0037】このように、ラジアル動圧空気軸受に供給する空気を、吸入口を介してケース外部から吸入し、ラジアル動圧空気軸受を冷却した後の暖められた空気は、排出口を介してケース外部へと排出することにより、ラジアル動圧空気軸受等の冷却効率を高めることができるので、本発明の第3、第4の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と同様の効果を得ることができるとともに、さらなる回転速度の向上が期待できる。

【0038】図8乃至図9は、本発明の第7、第8の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図、要部拡大図である。

【0039】本発明の第7、第8の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器が、本発明の第1乃至第6の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と主に異なる点は、固定軸のケース外部への露出部をポンプ機構の機能を妨げない範囲で断熱部材により覆ったことにある。

【0040】図8は、固定軸21eのケース外部への露出部であるフランジ部を、発砲スチロール等の断熱部材で覆ったものであり、ポンプ機構41a、43dにより、ミラー室19a内部の空気を排出する排出口45aの開口部を完全に塞がないことにより、ポンプ機構41a、43dの機能は損なわないようにしている。

【0041】図9は、固定軸21eのフランジ部とともに、ケース15aの下部も断熱部材で覆ったものであり、図8同様ポンプ機構41a、43dの機能を妨げないように、排出口45aの開口部は完全には塞いでいない。

【0042】このように、固定軸のケース外部への露出部を、ポンプ機構の機能を妨げない範囲で断熱部材で覆うことにより、ポンプ機構やラジアル動圧空気軸受等の軸受部全体を通じて、温度差を生じないように構成することができるため、起動時から定常回転時に亘って所定のクリアランスを得ることができ、本発明の第1の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と同様の効果を得ることができる。

【0043】図10乃至図11は、本発明の第9、第10の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図である。

【0044】本発明の第9、第10の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器が、本発明の第1乃至第8の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と主に異なる点は、ケース外部に露出した固定軸近傍に設けられたポンプ機構の固定

軸と回転軸とのギャップが、モータの駆動前後でもほぼ一定となるように、固定軸あるいは回転軸の線膨張係数を最適化したことにある。

【0045】アルミの線膨張係数が $23 \sim 29 \text{E} - 6 / ^\circ\text{C}$ で、この時の固定軸と回転軸との温度差が 20°C であった場合に、温度差により熱膨張量が異なる回転軸の線膨張係数を $15 \sim 18 \text{E} - 6 / ^\circ\text{C}$ の範囲で設定すると、固定軸と回転軸との熱膨張量がほぼ等しくなる。そこで、このような線膨張係数を有するAl-Cu-Zn合金（アルミニウムブロンズ）、Cu-Ni合金（コンスタンタン）、Fe-Cr-Ni合金（ステンレス鋼）等の合金材料を使用して、図10乃至図11に示すように、回転軸に合金部73a、73bを一体的に形成することにより、該ポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを、モータの駆動前後でもほぼ一定にすることができるため、起動時から定常回転時に亘って、安定した軸受性能を得ることができる。

【0046】また、これとは逆に、温度差により熱膨張量が異なる固定軸の線膨張係数を $36 \sim 44 \text{E} - 6 / ^\circ\text{C}$ の範囲で設定することによっても、同様の効果を得ることができる。

【0047】図12は、本発明の第11の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図である。

【0048】本発明の第11の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器が、本発明の第1乃至第10の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器と主に異なる点は、ケース外部に露出した固定軸近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップが、モータの駆動前後でもほぼ一定となるように、固定軸の露出部近傍の形状を最適化したことにある。

【0049】固定軸21fの露出部近傍である、下部のポンプ機構43dが形成された箇所には、ちょうどポンプ機構43dのみを残すように切欠部69aが形成されている。この切欠部69aが形成されていることにより、固定軸21fの露出部であるフランジ部外周と、ポンプ機構43d等が設けられているフランジ部内周とは、僅かな接続部71を介して熱伝導が行われるため、接続部の断面積等に応じて、熱伝導特性が悪くなり、フランジ部内周とフランジ部外周とでは温度の熱伝導が悪くなる。このため、下部のポンプ機構43d周辺の温度は、ラジアル動圧空気軸受31aの温度とほとんど同じとなり、ポンプ機構やラジアル動圧空気軸受の軸受部全体を通じて温度差を生じなくなるため、起動時から定常回転時に亘って、安定した軸受性能を得ることができる。

【0050】なお、これまでは図13に示したような、軸回転型の動圧空気軸受型光偏向器について説明してきたが、スリーブ回転型の動圧空気軸受型光偏向器についても、図14に示すように、温度差に起因して固定軸と回転軸とのギャップに変化が生じる。軸回転型の場合に

は、図13のCL3に示したようにギャップが狭くなり、最悪の場合には回転軸の焼き付きが生じる危険性があるが、スリーブ回転型の場合には、図14のCL6に示すようにギャップが広くなることにより、軸受性能が低下する危険性がある。

【0051】しかし、軸流発生機構により、ラジアル動圧空気軸受に軸流を発生させ、ラジアル動圧空気軸受の温度上昇を抑制したり、固定軸のケース外部への露出部を断熱部材で覆うことにより、ポンプ機構やラジアル動圧空気軸受等の軸受部全体を通じて温度差を生じないように構成したり、固定軸あるいは回転軸の線膨張係数を最適化する、固定軸の露出部近傍の形状を最適化する等により、ポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップが、モータの駆動前後でもほぼ一定となるように構成することは、スリーブ回転型の動圧空気軸受型光偏向器にも適用可能であることが明らかであるため、スリーブ回転型の動圧空気軸受型光偏向器についての詳細な説明は省略した。

【0052】また、外部に露出する固定軸のフランジ部近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを、ラジアル動圧空気軸受の固定軸と回転軸とのギャップよりもGだけ広くなるように設定したり、ラジアル動圧空気軸受に軸流を発生する軸流発生機構を、ラジアル動圧空気軸受の近傍あるいはラジアル動圧空気軸受と一体的に設け、この軸流発生機構に供給する空気を、ケース外部へと排出する排出口を介して冷却したり、固定軸のケース外部への露出部をポンプ機構の機能を妨げない範囲で断熱部材により覆うことなど、各々個別に説明してきたが、これらを適宜組み合わせ採用してもよいことは言うまでもない。

【0053】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように本発明にあっては次に列挙する効果を得ることができる。

【0054】(1) ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを前記ラジアル動圧空気軸受の固定軸と回転軸とのギャップよりも広く設定することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成しているので、軸受部全体を通じて温度差を生じた場合においても、軸受性能の低下や回転軸の焼き付き等を生じることのない、安定した回転状態を得ることができる。また、下部のポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップを、ラ

ジアル動圧空気軸受の固定軸と回転軸とのギャップよりも一律に広く設定するのではなく、熱膨張に伴うギャップの変化分に対応させて勾配をつけて設定することにより、熱膨張によって固定軸と回転軸とのギャップが変化した後の状態で、最適なクリアランスを得られるように構成できるため、さらに安定した軸受性能、ポンプ機能を得ることができる。

【0055】(2) ケースに立設した固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、前記ラジアル動圧空気軸受あるいはその近傍に軸流を発生する軸流発生機構を設け、前記ポンプ機構によりケース内の空気をケース外部へと排出する排出孔を介して前記軸流発生機構に供給する空気を冷却することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成しているため、

(1)と同様の効果を得ることができるとともに、ラジアル動圧空気軸受の発熱を抑制することができるため、最大回転速度を10%程度引き上げることができる。

【0056】(3) ケースに立設した固定軸と、前記固定軸の内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、前記ラジアル動圧空気軸受あるいはその近傍に軸流を発生する軸流発生機構を設け、前記固定軸あるいは前記回転軸の略中心部に形成されケース外部へと連通する大気連通路あるいは前記ポンプ機構によりケース内の空気をケース外部へと排出する排出孔を介して前記軸流発生機構の吸入側の端部にケース外部の空気を供給するとともに、前記ポンプ機構の排出孔あるいは前記固定軸あるいは前記回転軸の略中心部に形成された前記大気連通路を介して前記軸流発生機構の排出側の端部からケース外部へと空気を排出することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成しているため、軸受部全体を通じての冷却効率を高めることができるので、(2)と同様の効果を得ることができるとともに、さらなる回転速度の向上が期待できる。

【0057】(4) ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回

転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、前記固定軸のケース外部への露出部をポンプ機構の機能を妨げない範囲で断熱部材により覆うことにより動圧空気軸受型光偏向器を構成しているため、軸受部全体を通じて温度差を生じないようにすることができるため、起動時から定常回転時に亘って所定のクリアランスを得ることができ、軸受性能の低下や回転軸の焼き付き等を生じることのない、安定した回転状態を得ることができる。

【0058】(5) ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップがモータの駆動前後でもほぼ一定となるように固定軸あるいは回転軸の線膨張係数を最適化することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成しているため、(4)と同様の効果を得ることができる。

【0059】(6) ケースに立設した中空の固定軸と、前記固定軸の外周あるいは内周をヘリングボーン溝その他の動圧発生部からなるラジアル動圧空気軸受により回転自在に支持された回転軸とを備え、前記回転軸と一体的に回転する回転多面鏡その他のロータ部をケースとカバ部材により密閉したケース内に収容するとともに、前記ロータ部を回転させることにより前記ケース内の空気をケース外部へと排出し、該ケース内を減圧あるいは真空化するポンプ機構を備える動圧空気軸受型光偏向器において、ケース外部に露出した前記固定軸の近傍に設けられたポンプ機構の固定軸と回転軸とのギャップがモータの駆動前後でもほぼ一定となるように前記固定軸の露出部近傍の形状を最適化することにより動圧空気軸受型光偏向器を構成しているため、(4)と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図2】図1の動圧空気軸受型光偏向器の要部拡大断面図。

【図3】本発明の第2の実施の形態の動圧空気軸受型光

偏向器の要部拡大半断面図。

【図4】本発明の第3の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図5】本発明の第4の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図6】本発明の第5の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図7】本発明の第6の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図8】本発明の第7の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図9】本発明の第8の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の要部拡大断面図。

【図10】本発明の第9の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図11】本発明の第10の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図12】本発明の第11の実施の形態の動圧空気軸受型光偏向器の縦断面図。

【図13】図23のA部を拡大した要部半断面図。

【図14】図21のB部を拡大した要部半断面図。

【図15】従来の動圧空気軸受型光偏向器の一例を示す縦断面図。

【図16】図15の動圧空気軸受型光偏向器のポンプ機構周辺部を示す半断面図。

【図17】従来の動圧空気軸受型光偏向器の他の構成例を示す縦断面図。

【図18】図17の動圧空気軸受型光偏向器のポンプ機構周辺部を示す半断面図。

【図19】従来の動圧空気軸受型光偏向器の他の構成例を示す縦断面図。

【図20】図19の動圧空気軸受型光偏向器のポンプ機構周辺部を示す平面図。

【図21】従来の動圧空気軸受型光偏向器の他の構成例

を示す縦断面図。

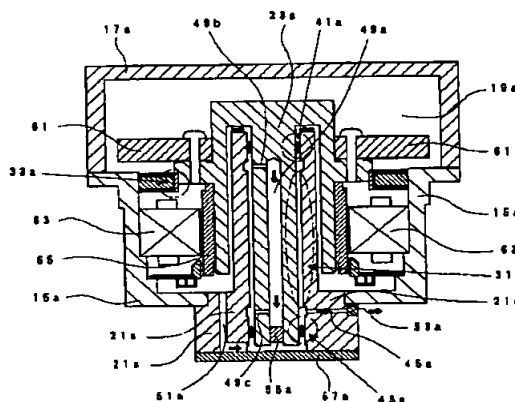
【図22】ラジアル動圧空気軸受の他の構成例を示す横断面図。

【図23】従来の動圧空気軸受型光偏向器の他の構成例を示す縦断面図。

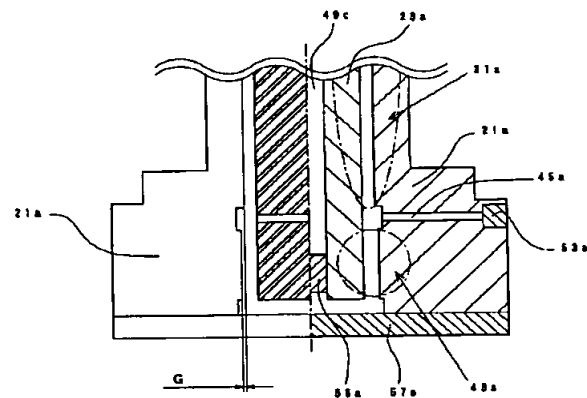
【符号の説明】

15a, 15g, 15h, 15i: ケース、
17a, 17h, 17i: カバ部材、
19a, 19b, 19h, 19i: ミラー室、
21a~21j, 21m, 21n, 21p: 固定軸、
23a~23e, 23g~23i, 23m, 23n, 23p~23r: 回転軸、
31a, 31b, 31c, 31g, 31h, 31i: ラジアル動圧空気軸受、
33a, 33h, 33i, 33j: スラスト軸受、
41a, 41h, 41i, 43a~43d, 43g~43j: ポンプ機構、
45a, 45b, 45i, 45j: 排出口、
47a, 47b: 吸入口、
49a~49c, 49f~49k, 49m, 49n, 49p: 大気連通路、
51a, 51b, 51c: 連通路、
53a, 53b, 53c, 53g, 53h: フィルタ、
55a, 55b: 封止部材、
57a, 57b: 底板、
59a, 59b: 断熱部材、
61: 回転多面鏡、
63: ステータコイル、
65: ロータヨーク、
67a, 67b: 軸流発生機構、
69a: 切欠部、
71: 接続部、
73a, 73b: 合金部。

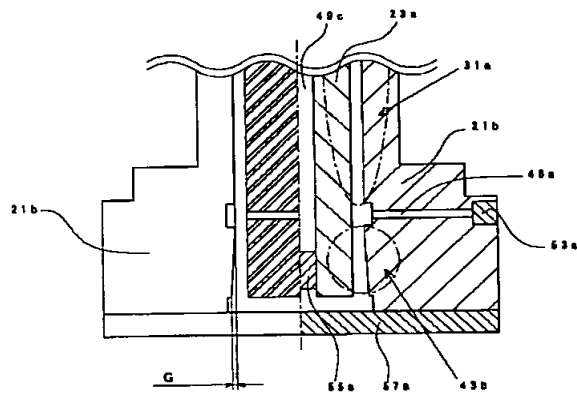
【図1】



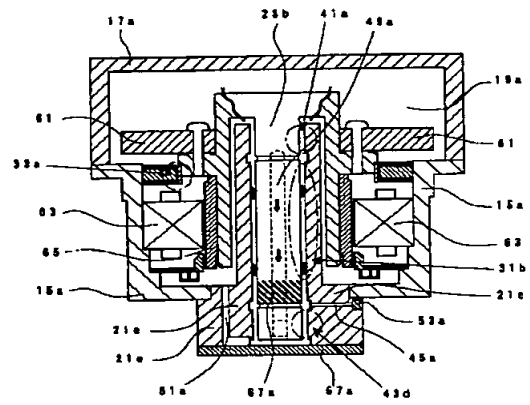
【図2】



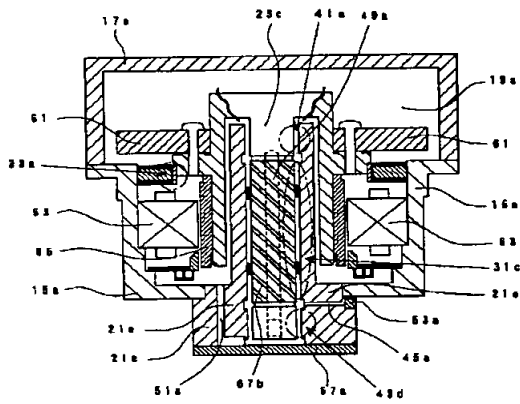
【図3】



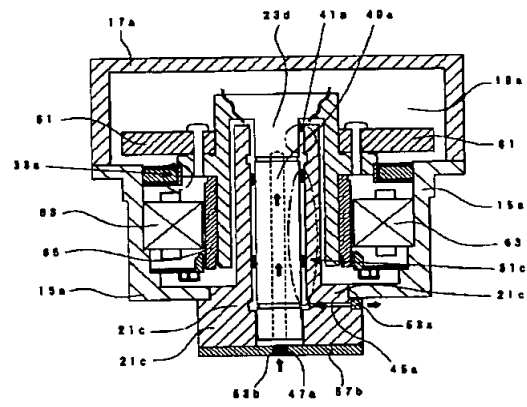
【図4】



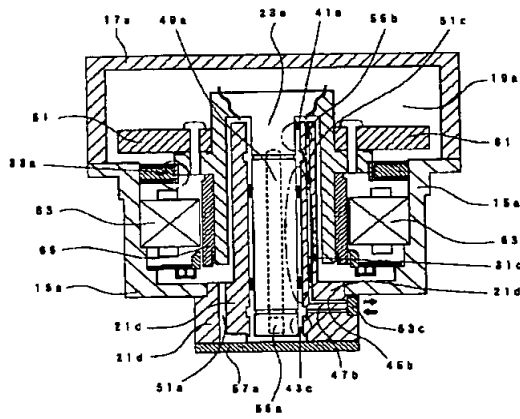
【図5】



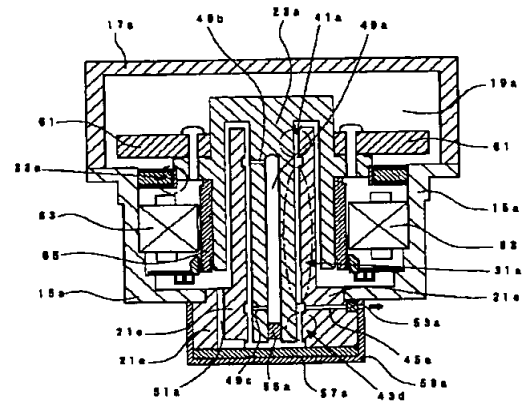
【図6】



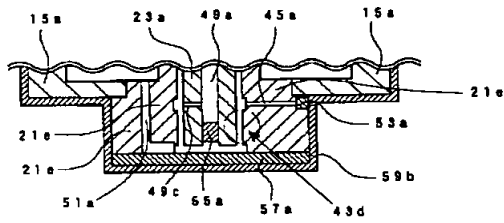
【図7】



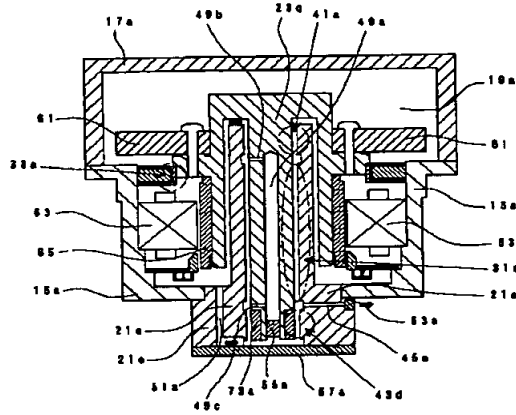
【図8】



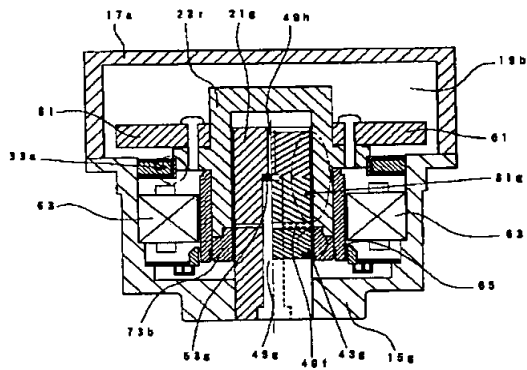
【図9】



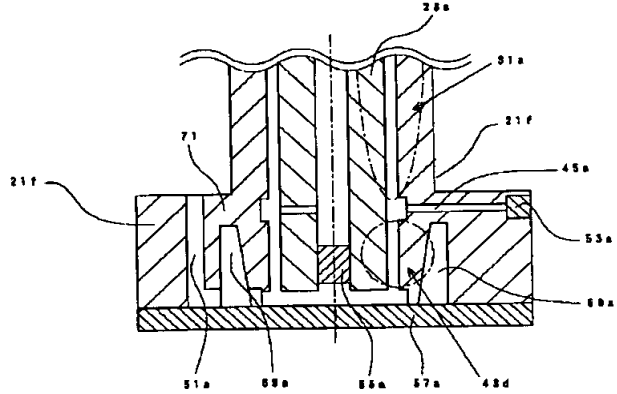
【図10】



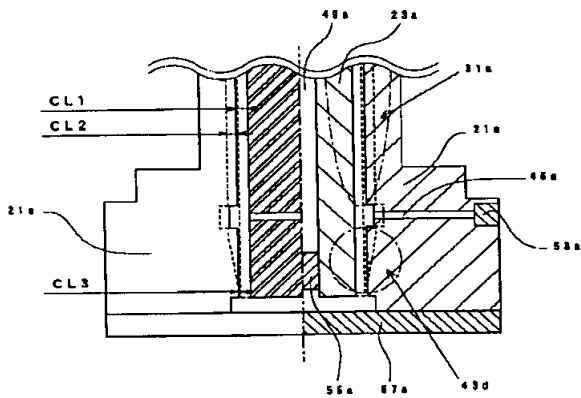
【図11】



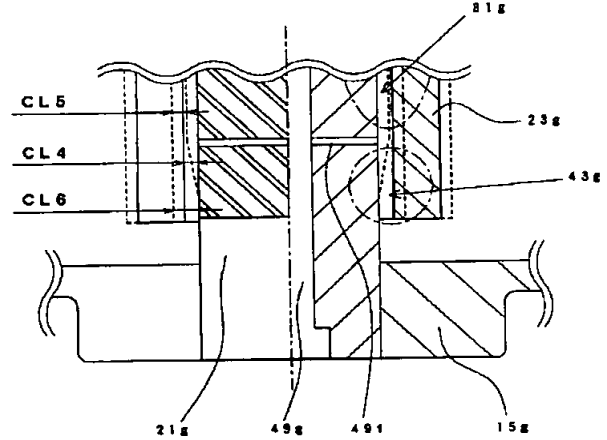
【図12】



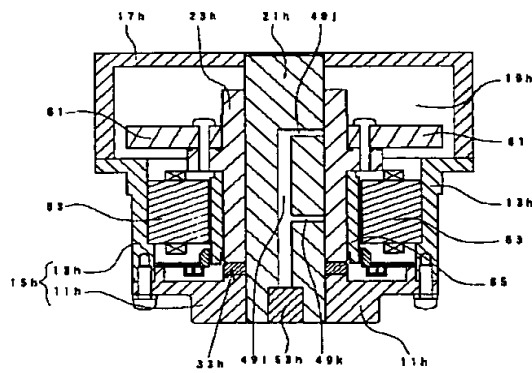
【図13】



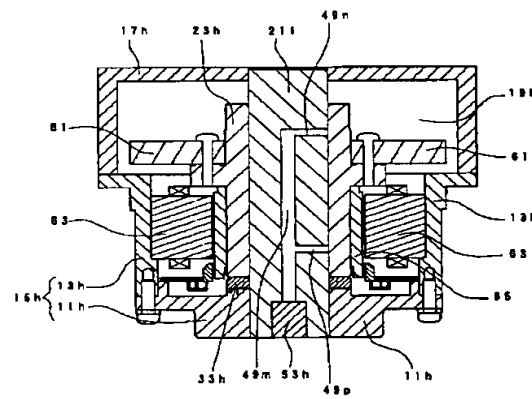
【図14】



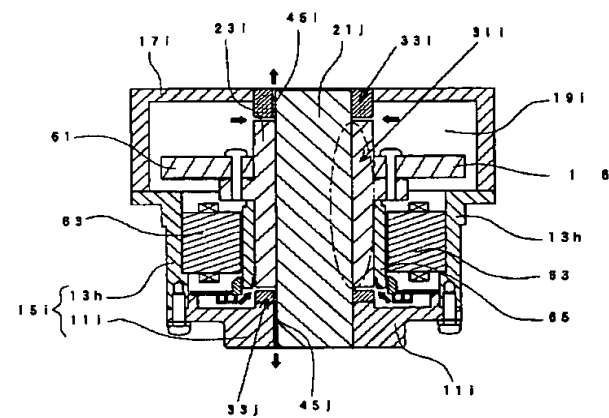
【図15】



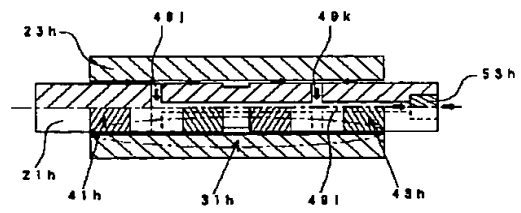
【図17】



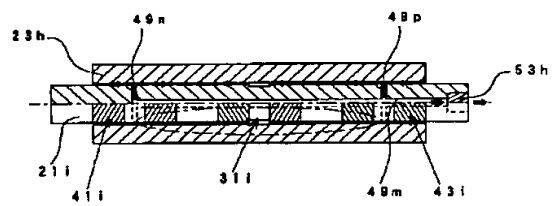
【図19】



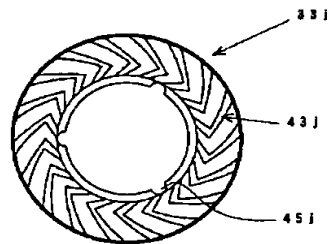
【図16】



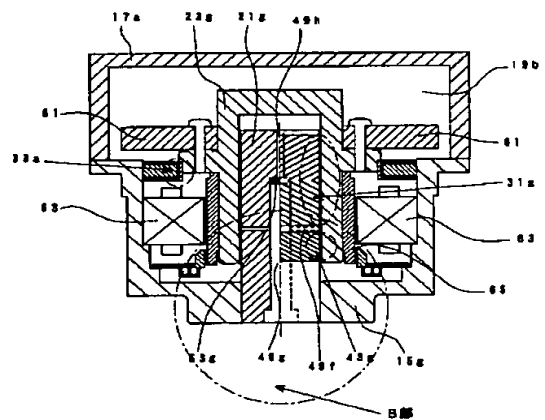
【図18】



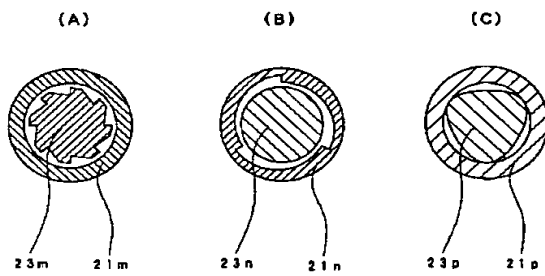
【図20】



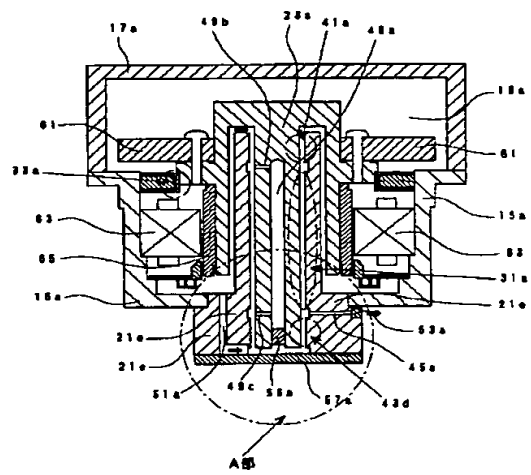
【図21】



【图22】



【图 23】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 剛史
埼玉県入間市新久下新田110-1 日本電
産コパル電子株式会社内

Fターム(参考) 2H045 AA14 AA23 AA24
3J011 AA04 BA04 CA03 KA02 KA03
MA23